

(12) NACH DEM VERTRAG ÜBER DIE INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES  
PATENTWESENS (PCT) VERÖFFENTLICHTE INTERNATIONALE ANMELDUNG

(19) Weltorganisation für geistiges Eigentum  
Internationales Büro



(43) Internationales Veröffentlichungsdatum  
7. Juli 2005 (07.07.2005)

PCT

(10) Internationale Veröffentlichungsnummer  
**WO 2005/061855 A1**

(51) Internationale Patentklassifikation<sup>7</sup>: **F01D 11/12**,  
25/24, 25/14, B22F 5/04, 7/00, C22C 1/08, F16L 59/14

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/DE2004/002706

(22) Internationales Anmeldedatum:  
9. Dezember 2004 (09.12.2004)

(25) Einreichungssprache: Deutsch

(26) Veröffentlichungssprache: Deutsch

(30) Angaben zur Priorität:  
103 60 164.3 20. Dezember 2003 (20.12.2003) DE

(71) Anmelder (für alle Bestimmungsstaaten mit Ausnahme  
von US): **MTU AERO ENGINES GMBH** [DE/DE];  
Dachauer Strasse 665, 80995 München (DE).

(72) Erfinder; und

(75) Erfinder/Anmelder (nur für US): **MEIER, Reinhold**  
[DE/DE]; Unterer Marktplatz 36, 84405 Dorfen (DE).  
**STEINHARDT, Erich** [DE/DE]; Waldklausenweg 25a,  
81377 München (DE).

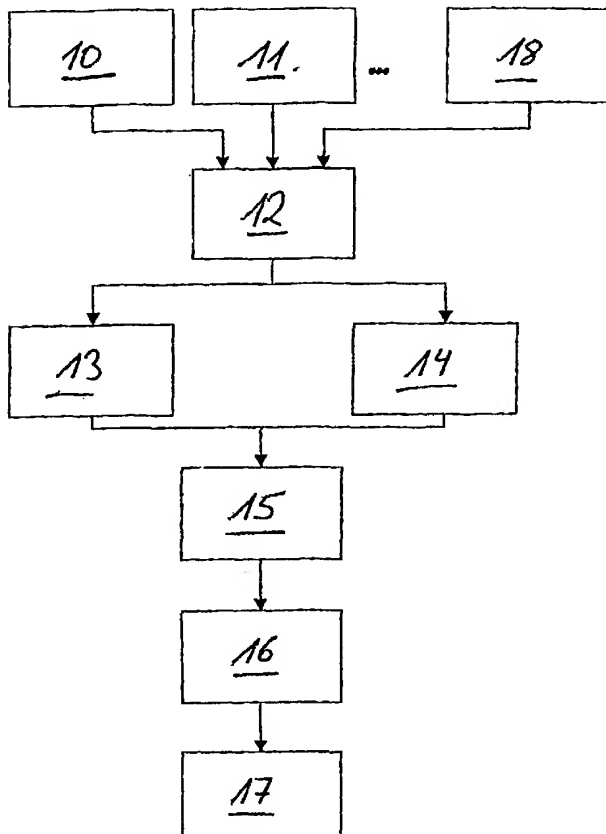
(74) Anwälte: **SÖLLNER, Oliver** usw.; DaimlerChrysler AG,  
Intellectual Property Management, IPM-C106, 70546  
Stuttgart (DE).

(81) Bestimmungsstaaten (soweit nicht anders angegeben, für  
jede verfügbare nationale Schutzrechtsart): AE, AG, AL,  
AM, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BR, BW, BY, BZ, CA, CH,  
CN, CO, CR, CU, CZ, DK, DM, DZ, EC, EE, EG, ES, FI,  
GB, GD, GE, GH, GM, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE,  
KG, KP, KR, KZ, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LV, MA, MD,  
MG, MK, MN, MW, MX, MZ, NA, NI, NO, NZ, OM, PG,

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

(54) Title: GAS TURBINE COMPONENT

(54) Bezeichnung: GASTURBINENBAUTEIL



(57) Abstract: The invention relates to a gas turbine component, namely a static gas turbine component, especially for an aircraft engine. According to the invention, the static gas turbine component is at least partially formed from metal dross.

(57) Zusammenfassung: Die Erfindung betrifft ein Gasturbinenbauteil, nämlich statisches Gasturbinenbauteil, insbesondere für ein Flugtriebwerk. Erfindungsgemäß ist das statische Gasturbinenbauteil zumindest bereichsweise aus Metallschaum gebildet.

WO 2005/061855 A1



PH, PL, PT, RO, RU, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SY, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, YU, ZA, ZM, ZW.

PL, PT, RO, SE, SI, SK, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

**(84) Bestimmungsstaaten** (soweit nicht anders angegeben, für jede verfügbare regionale Schutzrechtsart): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LS, MW, MZ, NA, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), eurasisches (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), europäisches (AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, MC, NL,

**Veröffentlicht:**

— mit internationalem Recherchenbericht

Zur Erklärung der Zweibuchstaben-Codes und der anderen Abkürzungen wird auf die Erklärungen ("Guidance Notes on Codes and Abbreviations") am Anfang jeder regulären Ausgabe der PCT-Gazette verwiesen.

## Gasturbinenbauteil

Die Erfindung betrifft ein Gasturbinenbauteil, nämlich ein statisches Gasturbinenbauteil.

Moderne Gasturbinen, insbesondere Flugtriebwerke, müssen höchsten Ansprüchen im Hinblick auf Zuverlässigkeit, Gewicht, Leistung, Wirtschaftlichkeit und Lebensdauer gerecht werden. In den letzten Jahrzehnten wurden insbesondere auf dem zivilen Sektor Flugtriebwerke entwickelt, die den obigen Anforderungen voll gerecht werden und ein hohes Maß an technischer Perfektion erreicht haben. Bei der Entwicklung von Flugtriebwerken spielt unter anderem die Werkstoffauswahl, die Suche nach neuen, geeigneten Werkstoffen sowie die Suche nach neuen Fertigungsverfahren eine entscheidende Rolle.

Die wichtigsten, heutzutage für Flugtriebwerke oder sonstige Gasturbinen verwendeten Werkstoffe sind Titanlegierungen, Nickellegierungen (auch Superlegierungen genannt) und hochfeste Stähle. Die hochfesten Stähle werden zum Beispiel für Verdichtergehäuse und Turbinengehäuse verwendet. Titanlegierungen sind typische Werkstoffe für Verdichterteile. Nickellegierungen sind für die heißen Teile des Flugtriebwerks geeignet. Als Fertigungsverfahren für Gasturbinenbauteile aus Titanlegierungen, Nickellegierung oder sonstigen Legierungen sind aus dem Stand der Technik in erster Linie das Feingießen sowie Schmieden bekannt. Alle hochbeanspruchten Gasturbinenbauteile, wie zum Beispiel Bauteile für einen Verdichter, sind Schmiedeteile. Bauteile für eine Turbine werden hingegen in der Regel als Feigussteile ausgeführt.

Zur Reduzierung des Gewichts von Gasturbinenbauteilen ist es aus dem Stand der Technik bereits bekannt, Metallmatrix-Verbundwerkstoffe (sogenannte MMC-Werkstoffe) einzusetzen. Bei derartigen MMC-Werkstoffen sind hochfeste Fasern in den Metallwerkstoff eingelagert. Die Herstellung von Gasturbinenbauteilen aus derartigen MMC-Werkstoffen ist jedoch aufwendig und damit teuer.

Es liegt im Sinne der hier vorliegenden Erfindung, alternative Möglichkeiten zur Gewichtsreduzierung von statischen Gasturbinenbauteilen vorzuschlagen. Die Masse der statischen

Gasturbinenbauteile beeinflusst nämlich das Gesamtgewicht einer Gasturbine, insbesondere eines Flugtriebwerks. Je stärker das Gewicht der Gasturbinenbauteile reduziert werden kann, desto günstiger fällt das sogenannte Schub-Gewichtsverhältnis des Flugtriebwerks aus, welches ein entscheidendes Wettbewerbsmerkmal für Flugtriebwerke darstellt.

Hiervon ausgehend liegt der vorliegenden Erfindung das Problem zu Grunde, ein neuartiges statisches Gasturbinenbauteil vorzuschlagen.

Dieses Problem wird dadurch gelöst, dass das eingangs genannte Gasturbinenbauteil durch die Merkmale des kennzeichnenden Teils des Patentanspruchs 1 weitergebildet ist. Erfindungsgemäß ist das statische Gasturbinenbauteil zumindest teilweise aus einem Metallschaum gebildet. Im Sinne der hier vorliegenden Erfindung wird erstmals vorgeschlagen, statische Gasturbinenbauteile zumindest teilweise in Metallschaum auszuführen. Die Verwendung von Metallschäumen ermöglicht eine kostengünstige Alternative gegenüber MMC-Werkstoffen und eine deutliche Gewichtseinsparung.

Bevorzugte Weiterbildungen der Erfindung ergeben sich aus den Unteransprüchen und der nachfolgenden Beschreibung. Ausführungsbeispiele der Erfindung werden, ohne hierauf beschränkt zu sein, an Hand der Zeichnung näher erläutert. Dabei zeigen:

- Fig. 1      ein Blockschaltbild zur Verdeutlichung eines Verfahrens zur Herstellung von erfindungsgemäßen Gasturbinenbauteilen;
- Fig. 2      ein als Gehäusestruktur ausgebildetes, erfindungsgemäßes Gasturbinenbauteil nach einem ersten Ausführungsbeispiel der Erfindung in stark schematisierter Darstellung;
- Fig. 3      ein als Gehäusestruktur ausgebildetes, erfindungsgemäßes Gasturbinenbauteil nach einem zweiten Ausführungsbeispiel der Erfindung in stark schematisierter Darstellung;
- Fig. 4      ein als Gehäusestruktur ausgebildetes, erfindungsgemäßes Gasturbinenbauteil nach einem dritten Ausführungsbeispiel der Erfindung in stark schematisierter Darstellung;

- Fig. 5 ein als Einlaufbelag ausgebildetes, erfindungsgemäßes Gasturbinenbauteil nach einem weiteren Ausführungsbeispiel der Erfindung in stark schematisierter Darstellung;
- Fig. 6 ein als Einlaufbelag ausgebildetes, erfindungsgemäßes Gasturbinenbauteil nach einem weiteren Ausführungsbeispiel der Erfindung in stark schematisierter Darstellung;
- Fig. 7 ein als Einlaufbelag ausgebildetes, erfindungsgemäßes Gasturbinenbauteil nach einem weiteren Ausführungsbeispiel der Erfindung in stark schematisierter Darstellung;
- Fig. 8 ein als Einlaufbelag ausgebildetes, erfindungsgemäßes Gasturbinenbauteil nach einem weiteren Ausführungsbeispiel der Erfindung in stark schematisierter Darstellung;
- Fig. 9 ein als Rohrleitungssystem ausgebildetes, erfindungsgemäßes Gasturbinenbauteil nach einem weiteren Ausführungsbeispiel der Erfindung in stark schematisierter Darstellung;
- Fig. 10 ein als Rohrleitungssystem ausgebildetes, erfindungsgemäßes Gasturbinenbauteil nach einem weiteren Ausführungsbeispiel der Erfindung in stark schematisierter Darstellung;
- Fig. 11 ein als Rohrleitungssystem ausgebildetes, erfindungsgemäßes Gasturbinenbauteil nach einem weiteren Ausführungsbeispiel der Erfindung in stark schematisierter Darstellung;
- Fig. 12 ein als Rohrleitungssystem ausgebildetes, erfindungsgemäßes Gasturbinenbauteil nach einem weiteren Ausführungsbeispiel der Erfindung in stark schematisierter Darstellung; und
- Fig. 13 ein als Rohrleitungssystem ausgebildetes, erfindungsgemäßes Gasturbinenbauteil nach einem weiteren Ausführungsbeispiel der Erfindung in stark schematisierter Darstellung.

Die hier vorliegende Erfindung wird nachfolgend unter Bezugnahme auf Fig. 1 bis 13 in größerem Detail beschrieben, wobei Fig. 2 bis 13 jeweils erfindungsgemäße Gasturbinenbauteile stark schematisiert zeigen. Bevor jedoch auf die Details der erfindungsgemäßen Gasturbinenbauteile eingegangen wird, sollen vorab unter Bezugnahme auf Fig. 1 Schritte

eines bevorzugten Herstellungsverfahrens für statische Gasturbinenbauteile aus Metallschaum beschrieben werden.

Zur Herstellung eines erfindungsgemäßen, statischen Gasturbinenbauteils für ein Flugtriebwerk wird gemäß Fig. 1 so vorgegangen, dass in einem ersten Schritt 10 ein Metallpulver und in einem zweiten Schritt 11 ein Treibmittel bereitgestellt werden. Bei dem bereitgestellten Metallpulver handelt es sich um ein Metallpulver auf Basis einer Aluminiumlegierung oder Titanlegierung oder Nickellegierung. Es ist auch möglich, Metallpulver auf Basis einer Kobaltlegierung oder einer Eisenlegierung zu verwenden. Des weiteren können Metallpulver aus intermetallischen Titan-Aluminium-Legierungen verwendet werden. Als Treibmittel wird insbesondere Titanhydrid bereitgestellt.

Das bereitgestellte Metallpulver sowie das bereitgestellte Treibmittel werden in einem Schritt 12 gemischt. Die sich nach dem Mischen ergebende Mischung aus Metallpulver und Treibmittel wird sodann zu einem Halbzeug verdichtet. Das Verdichten kann entweder im Sinne des Schritts 13 durch Strangpressen oder im Sinne des Schritts 14 durch axiales Heißpressen erfolgen. Am Ende der Verdichtung gemäß Schritt 13 oder Schritt 14 liegt demnach ein Halbzeug vor, was im Abflussdiagramm der Fig. 1 durch den Schritt 15 visualisiert ist. Das Halbzeug ist äußerlich von einem herkömmlichen Metall so gut wie nicht zu unterscheiden, es enthält jedoch das Treibmittel und ist daher aufschäumbar.

Zur Herstellung des Gasturbinenbauteils wird das im Schritt 15 vorliegende Halbzeug im Sinne des Schritts 16 erwärmt, und zwar bis knapp über seinen Schmelzpunkt, sodass das Metall geschmolzen wird und eine Gasfreisetzung des Treibmittels erfolgt. Durch die Gasfreisetzung des Treibmittels wird die Aufschäumung des Halbzeugs ausgelöst. Das Aufschäumen wird solange durchgeführt, bis ein definierter Schäumungsgrad erreicht ist. Sobald dieser definierte Schäumungsgrad erreicht ist, wird die Aufschäumung dadurch beendet, dass eine Abkühlung unter den Schmelzpunkt des verwendeten Metallpulvers erfolgt. Hierdurch wird die Schaumstruktur stabilisiert. Das durch die Erwärmung des Halbzeugs über den Schmelzpunkt des Metallpulvers ausgelöste Aufschäumen sowie das entsprechende Beenden der Aufschäumung durch Abkühlung unter den Schmelzpunkt des Metallpulvers sind gemeinsam durch den Schritt 16 visualisiert. Im Anschluss an den

Schritt 16 kann noch eine Oberflächenbearbeitung oder sonstige Bearbeitung bzw. Veredelung des hergestellten Bauteils im Sinne des Schritts 17 erfolgen. So kann das Bauteil zum Beispiel mit einem Träger verbunden werden.

Weiterhin zeigt Fig. 1, dass im Sinne eines Schritts 18 zusätzlich zu dem in Sinne des Schritts 10 bereitgestellten Metallpulver und dem im Sinne des Schritts 11 bereitgestellten Treibmittels weitere Bestandteile mit dem Metallpulver und dem Treibmittel im Schritt 12 vermischt werden können. Bei den weiteren Bestandteilen kann es sich zum Beispiel um ein zusätzliches Metallpulver mit unterschiedlichem Schmelzpunkt oder unterschiedlicher Pulverkörnung, um ein unterschiedliches Treibmittel oder auch um Keramikpartikel, Keramikfasern oder sonstige anorganische oder organische Elemente handeln.

Fig. 2 zeigt ein erstes Ausführungsbeispiel eines erfindungsgemäßen Gasturbinenbauteils, welches eine Gehäusestruktur 19 bildet, wobei die Gehäusestruktur 19 zumindest teilweise aus Metallschaum gebildet ist. Die Gehäusestruktur 19 der Fig. 2 verfügt über einen ersten Abschnitt bzw. Bereich 20, der aus Metallschaum gebildet ist, und einen zweiten Bereich 21, der als Träger für den Metallschaum dient. Im Ausführungsbeispiel der Fig. 2 ist der Träger 21 auf einer Seite des Metallschaums 20 angeordnet, wobei der Metallschaum 20 mit dem Träger 21 fest verbunden ist. Träger 21 und Metallschaum 20 bilden im Ausführungsbeispiel der Fig. 2 eine einfache Sandwichstruktur. Der Träger 21 verfügt des weiteren über einen abgewinkelten Abschnitt 22, wobei der Abschnitt 22 zur Verbindung mit anderen Bauteilen eine Bohrung 23 aufweist.

Fig. 3 zeigt ebenfalls ein als Gehäusestruktur 24 ausgebildetes, erfindungsgemäßes Gasturbinenbauteil, wobei sich das Ausführungsbeispiel der Fig. 3 vom Ausführungsbeispiel der Fig. 2 dadurch unterscheidet, dass zu beiden Seiten des Metallschaums 20 ein als Träger ausgebildeter Abschnitt bzw. Bereich 21 sowie 25 angeordnet und mit dem Metallschaum 20 fest verbunden ist. Die Anordnung der Fig. 3 kann auch als doppelte Sandwich-Bauweise bezeichnet werden. Die Träger 21 sowie 25 zu beiden Seiten des Metallschaums 20 können aus gleichen oder unterschiedlichen Werkstoffen, nämlich Metalllegierungen, bestehen.

Im Ausführungsbeispiel der Fig. 4 ist ein weiteres, als Gehäusestruktur 26 ausgebildetes, erfindungsgemäßes Gasturbinenbauteil gezeigt, welches ebenfalls bereichsweise aus Metallschaum 20 gebildet ist, wobei der Metallschaum 20 im Ausführungsbeispiel der Fig. 4 allseitig von als Träger ausgebildeten Abschnitten bzw. Bereichen umgeben ist.

Fig. 5 bis 8 zeigen Ausführungsbeispiele erfindungsgemäßer, statischer Gasturbinenbauteile, bei welchen die erfindungsgemäßen Bauteile einen Einlaufbelag bilden. So zeigt Fig. 5 einen ersten erfindungsgemäßen Einlaufbelag 27, der aus einem Metallschaum 28 gebildet ist, wobei der Metallschaum 28 mit einem Träger 29 fest verbunden ist. Der Einlaufbelag 28 dient dem verschleißfreien bzw. verschleißarmen Anstreifen einer rotierenden Laufschaufel 30 der Gasturbine. Der Einlaufbelag 27 steht gegenüber der rotierenden Laufschaufel 30 fest und bildet demnach ein statisches Gasturbinenbauteil.

Fig. 6 zeigt einen weiteren Einlaufbelag 31, der wiederum aus einem Metallschaum 28 und einem mit dem Metallschaum 28 fest verbundenen Träger 29 gebildet wird. Auch der Einlaufbelag 31 der Fig. 6 dient dem Anstreifen radial außenliegender Enden rotierender Laufschaufeln der Gasturbine, wobei beim Einlaufbelag 31 der Fig. 6 der Träger 29 eine thermische Isolationsfunktion übernimmt.

Fig. 7 zeigt einen weiteren erfindungsgemäßen Einlaufbelag 32, der wiederum aus einem Metallschaum 28 und einem dem Metallschaum 28 zugeordneten, sowie fest mit dem Metallschaum 28 verbundenen Träger 29 besteht. Der statische bzw. feststehende Einlaufbelag 32 der Fig. 7 wirkt mit Labyrinthdichtungen 33 zusammen, die auch als Dichtfins bezeichnet werden. Derartige Dichtfins verfügen, wie dies in Fig. 7 schematisiert dargestellt ist, über unterschiedliche Außenradien, sodass der vom Metallschaum 28 bereitgestellte Einlaufbelag 32 über eine abgestufte Kontur verfügt. Der Innendurchmesser des vom Metallschaum 28 bereitgestellten Einlaufbelags 32 ist an den Außendurchmesser der Labyrinthdichtungen 33 angepasst. Es sei angemerkt, dass die Ausführung des Einlaufbelags 32 gemäß Fig. 7 eine besonders bevorzugte Ausführungsform der hier vorliegenden Erfindung ist, da mit einem derartigen Metallschaum-Einlaufbelag, der mit Labyrinthdichtungen zusammenwirkt, die aus dem Stand der Technik bekannte Honigwaben-Konstruktion des

Einlaufbelags ersetzt werden kann. Wie bereits erwähnt, ist der Metallschaum 28 mit dem Träger 29 fest verbunden, insbesondere verklebt oder verlötet.

Fig. 8 zeigt einen weiteren erfindungsgemäßen Einlaufbelag 34, der wiederum aus einem Metallschaum 28 und einem Träger 29 für den Metallschaum gebildet ist. Im Ausführungsbeispiel der Fig. 8 sind in den Träger 29 Öffnungen bzw. Bohrungen 35 eingebracht. Durch die Bohrungen 35 kann im Sinne der Pfeile 36 zur Kühlung eine Gasströmung geleitet werden, wobei in diesem Fall der Metallschaum 28 offenporig ausgebildet ist. Ein derartiger, offenporig ausgebildeter Metallschaum 28 kann von Gas durchströmt werden. Dies ist durch die Pfeile 37 verdeutlicht.

Fig. 9 bis 13 zeigen weitere bevorzugte Gasturbinenbauteile, die bereichsweise aus Metallschaum gebildet sind, wobei alle in Fig. 9 bis 13 gezeigten Gasturbinenbauteile ein Rohrleitungssystem bilden. Im Ausführungsbeispiel der Fig. 9 ist ein Rohrleitungssystem 38 gezeigt, wobei das Rohrleitungssystem 38 von einem geschlossenwandigen Rohr 39 gebildet wird, welches an seiner Außenseite konzentrisch von Metallschaum 40 umschlossen ist. Mit einem derartigen Rohrleitungssystem, welches bereichsweise aus Metallschaum besteht, können verbesserte Schwingungseigenschaften sowie thermische Isolationseigenschaften von Rohrleitungssystemen innerhalb von Gasturbinen realisiert werden. So kann eine Entzündung bzw. Verkokung der Rohrleitungssysteme verhindert werden.

Fig. 10 zeigt eine Ausführungsform eines Rohrleitungssystems 41, wobei das Rohrleitungssystem 41 der Fig. 10 wieder von einem geschlossenwandigen Rohr 39 gebildet wird, welches auf der Außenseite von Metallschaum 40 umgeben ist. Fig. 10 verdeutlicht, dass der Metallschaum 40 auf der Außenseite des geschlossenwandigen Rohres 39 eine beliebige Form aufweisen kann.

Das in Fig. 12 dargestellte Rohrleitungssystem 42 unterscheidet sich vom Rohrleitungssystem 41 der Fig. 10 dadurch, dass in den Metallschaum 40 ein Befestigungsmittel 43 integriert ist. Im Sinne der Erfindung kann auf einfache Art und Weise ein Befestigungsmittel an das Rohr angeschäumt werden. Hierdurch wird die Verbindung mit anderen Bauteilen deutlich vereinfacht.

Fig. 11 zeigt ein erfindungsgemäßes Rohrleitungssystem 44, welches wiederum bereichsweise aus Metallschaum gebildet ist. Im Ausführungsbeispiel der Fig. 11 ist wiederum ein geschlossenwandiges Rohr 39 vorgesehen, wobei das Rohr 39 im Ausführungsbeispiel der Fig. 11 über eine geschlossene Innenwand 45 sowie eine geschlossene Außenwand 46 verfügt. Das Rohr 39 ist demnach im Ausführungsbeispiel der Fig. 11 doppelwandig ausgebildet. Zwischen den beiden Wänden 45 und 46 ist der Metallschaum 40 positioniert.

Ein weiteres Ausführungsbeispiel eines erfindungsgemäßen Rohrleitungssystems 47 zeigt Fig. 13, wobei das Rohrleitungssystem 47 der Fig. 13 vier geschlossenwandige Rohre 39 aufweist, die zusammen in einem Metallschaum 40 positioniert sind. Im Ausführungsbeispiel der Fig. 13 werden demnach mehrere Rohre 39 über den Metallschaum 40 zu einer integralen Einheit zusammengefasst.

An dieser Stelle sei darauf hingewiesen, dass durch die erfindungsgemäß ausgebildeten Rohrleitungssysteme der Fig. 9 bis 13 Gas, Öl oder auch Treibstoff geleitet werden kann.

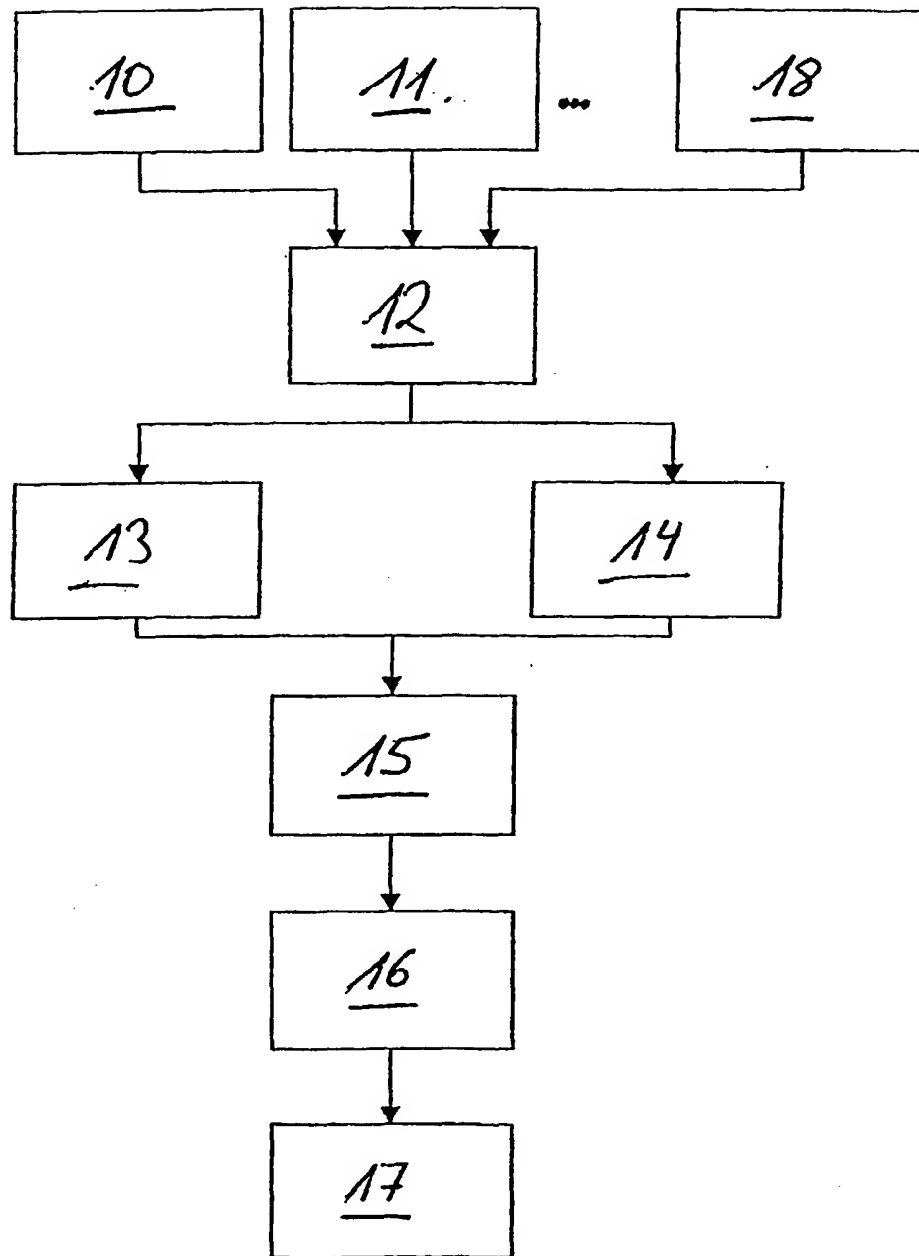
Bei allen in Fig. 2 bis 13 gezeigten Ausführungsbeispielen eines erfindungsgemäßen Gasturbinenbauteils handelt es sich um statische Bauteile für Flugtriebwerke. Die erfindungsgemäßen Bauteile verfügen über ein minimiertes Gewicht, gute thermische Isolationseigenschaften und sind des weiteren kostengünstig herstellbar. Auftretende Schwingungen können über den Metallschaum sicher und gut gedämpft werden.

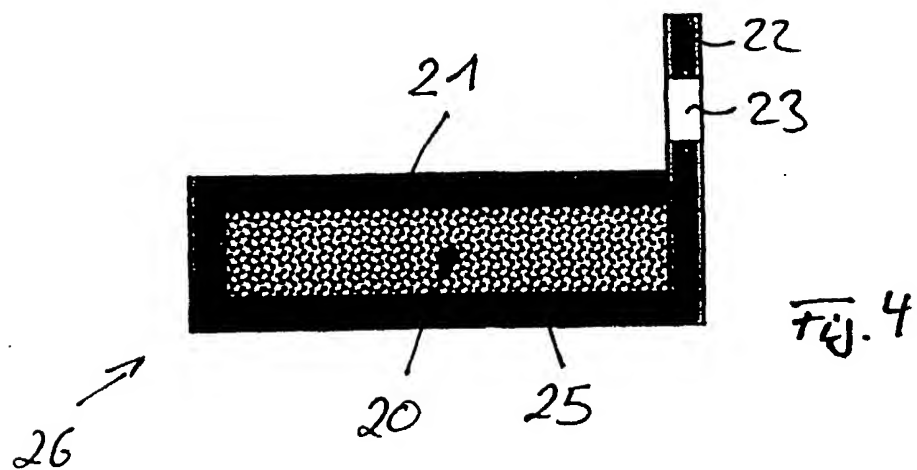
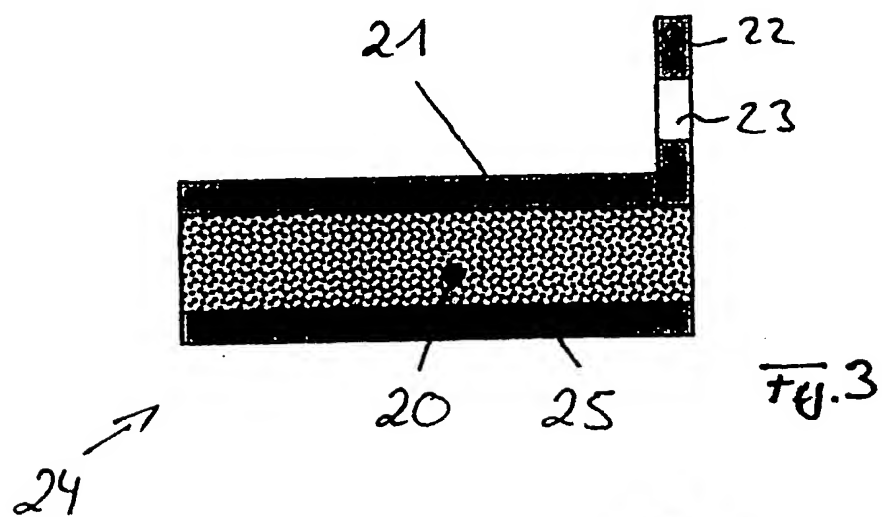
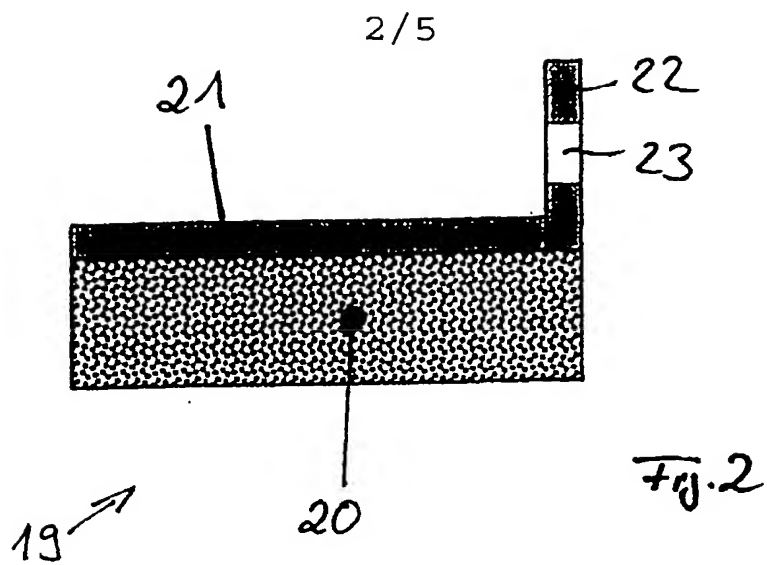
## Patentansprüche

1. Gasturbinenbauteil, nämlich statisches Gasturbinenbauteil, insbesondere für ein Flugtriebwerk,  
dadurch gekennzeichnet,  
dass dasselbe zumindest bereichsweise aus Metallschaum gebildet ist.
2. Gasturbinenbauteil nach Anspruch 1,  
dadurch gekennzeichnet,  
dass dasselbe eine Gehäusestruktur (19, 24, 26) bildet.
3. Gasturbinenbauteil nach Anspruch 2,  
dadurch gekennzeichnet,  
dass die Gehäusestruktur (19, 24, 26) zumindest bereichsweise bzw. abschnittsweise aus Metallschaum (20) gebildet ist, wobei der aus Metallschaum gebildete Abschnitt bzw. Bereich der Gehäusestruktur mit mindestens einem als Träger ausgebildeten Abschnitt bzw. Bereich verbunden ist.
4. Gasturbinenbauteil nach Anspruch 3,  
dadurch gekennzeichnet,  
dass der aus Metallschaum (20) gebildete Abschnitt bzw. Bereich sandwichartig zwischen zwei plattenförmigen Trägern (21, 25) positioniert und mit diesen verbunden ist.
5. Gasturbinenbauteil nach Anspruch 1,  
dadurch gekennzeichnet,  
dass dasselbe einen Einlaufbelag (27, 31, 32, 34) bildet.
6. Gasturbinenbauteil nach Anspruch 5,  
dadurch gekennzeichnet,  
dass der Einlaufbelag (27, 31, 32, 34) aus Metallschaum (28) mit mindestens einem Träger (29) fest verbunden ist.

7. Gasturbinenbauteil nach Anspruch 6,  
dadurch gekennzeichnet,  
dass der oder jeder Träger (29) Öffnungen bzw. Bohrungen (35) aufweist, und dass  
der Metallschaum (20) des Einlaufbelags (34) offenporig ausgebildet ist, sodass so-  
wohl der oder jeder Träger als auch der Metallschaum zur Kühlung derselben durch-  
strömbar sind.
8. Gasturbinenbauteil nach Anspruch 1,  
dadurch gekennzeichnet,  
dass dasselbe ein Rohrleitungssystem (38, 41, 42, 44, 47) bildet.
9. Gasturbinenbauteil nach Anspruch 8,  
dadurch gekennzeichnet,  
dass das Rohrleitungssystem (38, 41, 42, 44, 47) von mindestens einem geschlos-  
senenwandigen Rohr (39) gebildet ist, wobei das oder jedes Rohr (39) von Metall-  
schaum (40) umgeben ist.
10. Gasturbinenbauteil nach Anspruch 8 oder 9,  
dadurch gekennzeichnet,  
dass das Rohrleitungssystem (38, 41, 42, 44) ein geschlossenwandiges Rohr (39)  
aufweist, welches von Metallschaum umgeben ist.
11. Gasturbinenbauteil nach Anspruch 9 oder 10  
dadurch gekennzeichnet,  
dass in den Metallschaum (40) ein Befestigungsmittel (43) integriert ist.
12. Gasturbinenbauteil nach Anspruch 10  
dadurch gekennzeichnet,  
dass das Rohr (39) doppelwandig ausgebildet ist, wobei zwischen den beiden kon-  
zentrischen, geschlossenen Rohrwänden (45, 46) Metallschaum (40) angeordnet ist.

1/5

Fig. 1



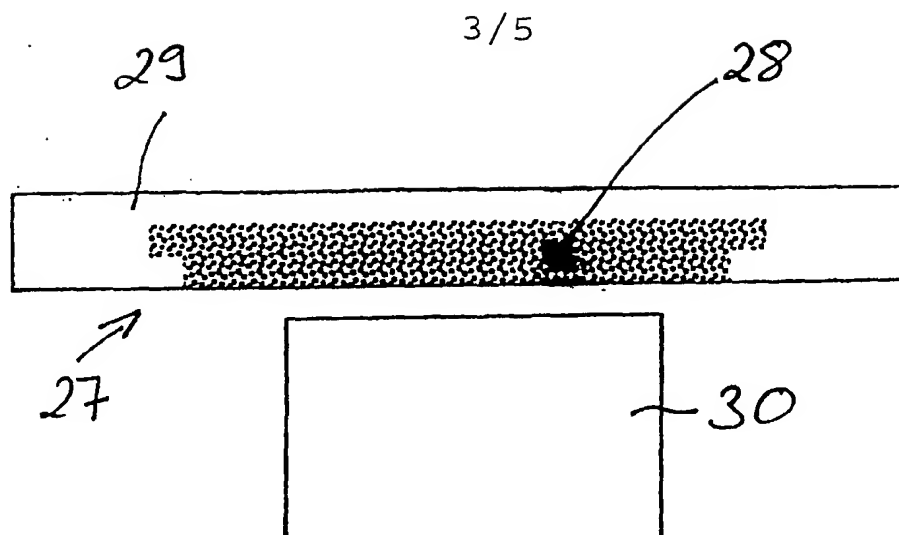


Fig. 5

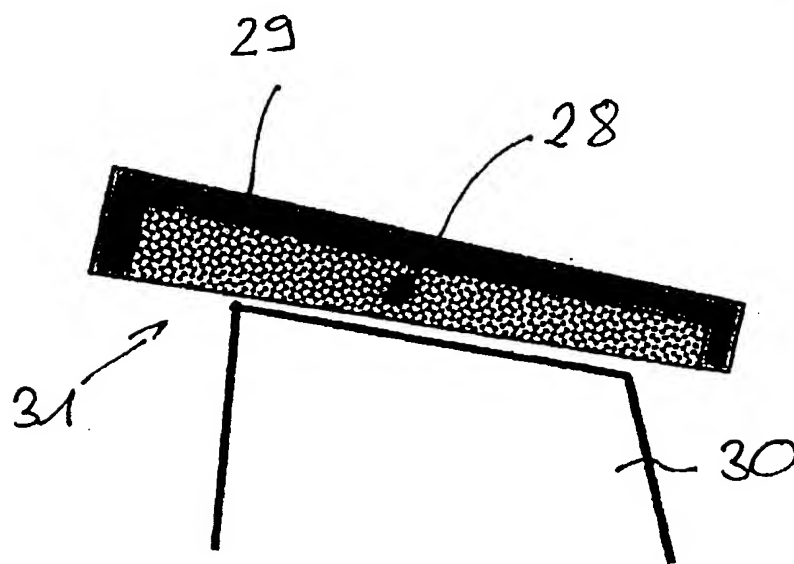
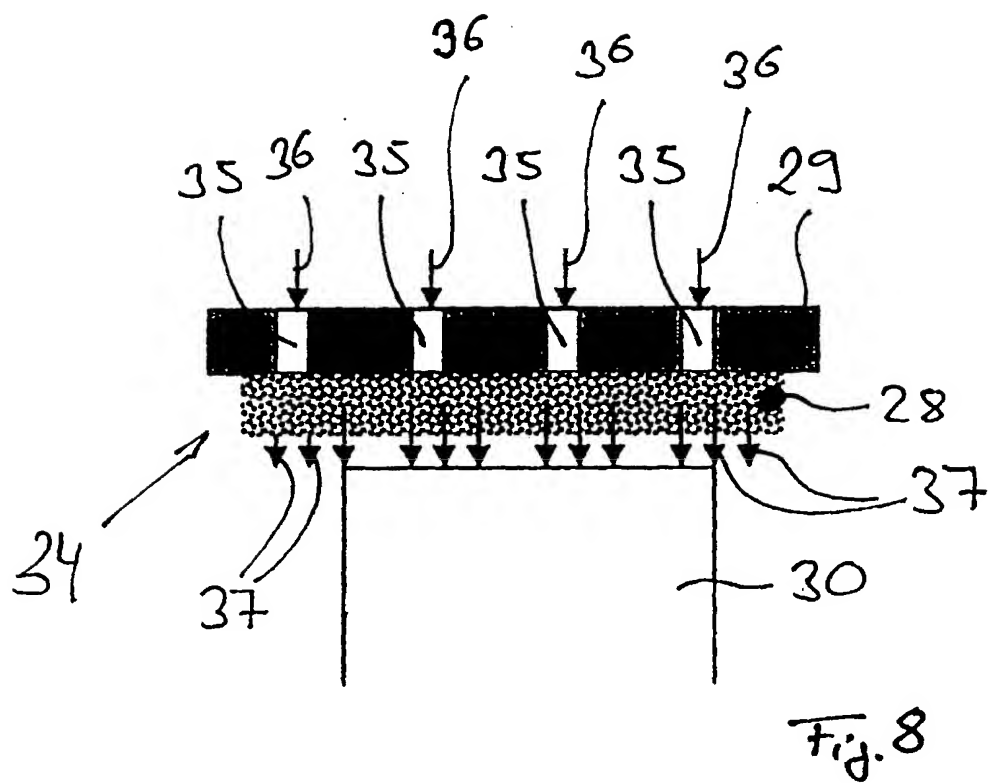
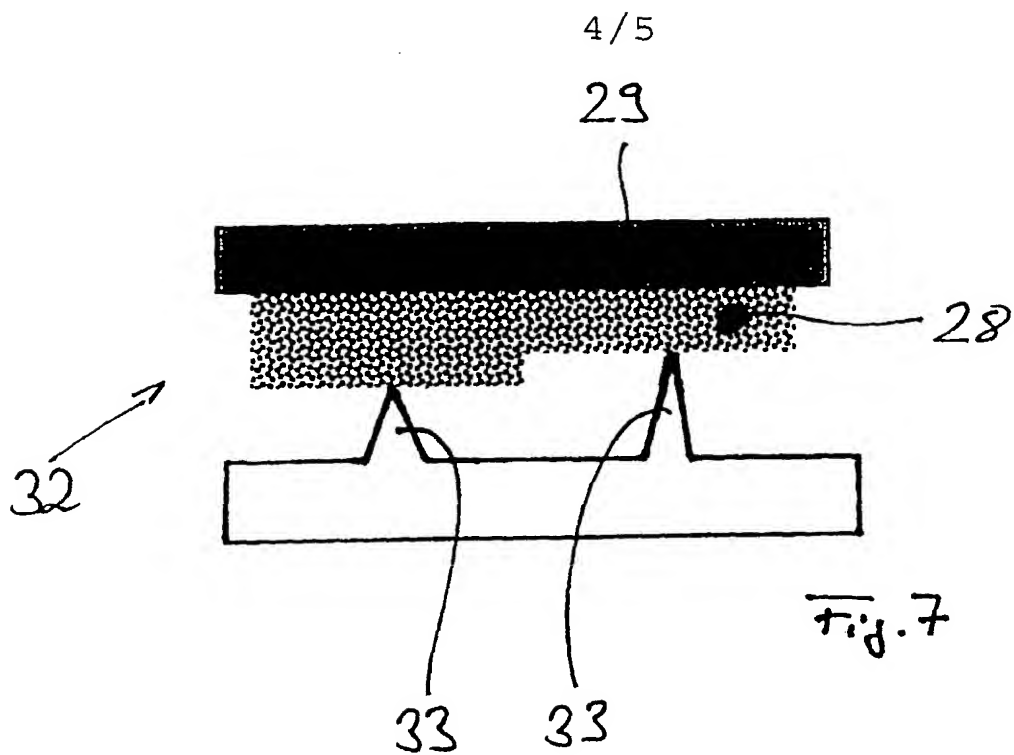
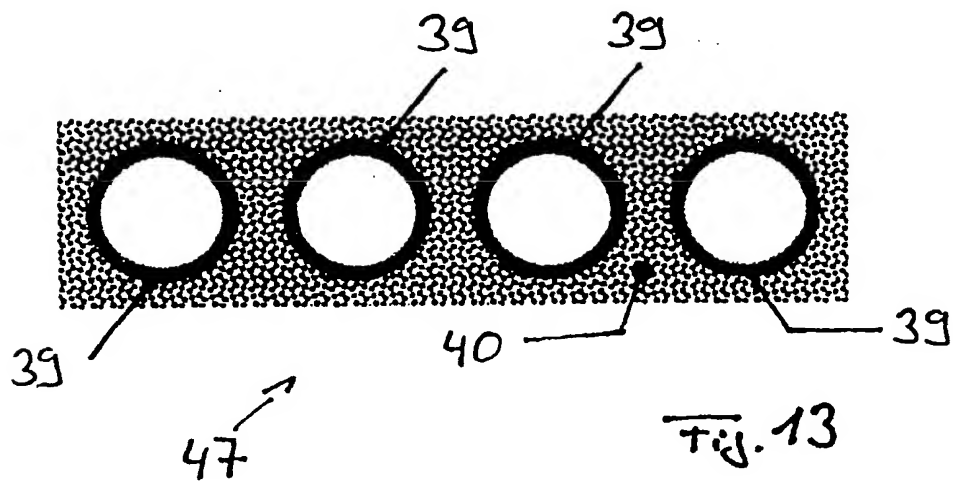
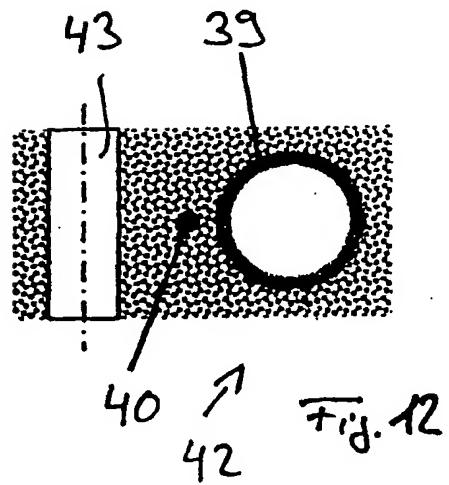
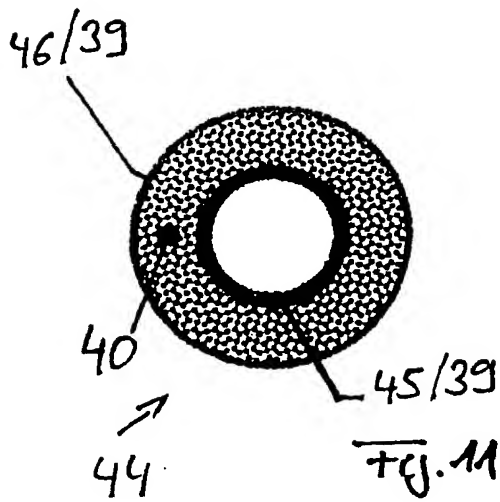
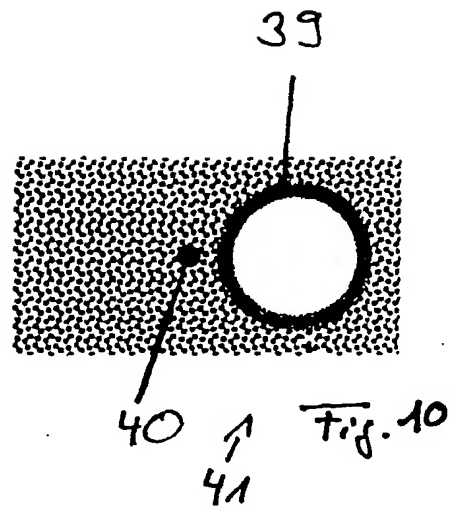
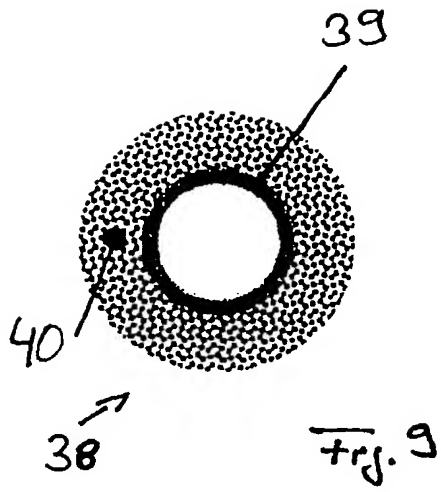


Fig. 6



5/5



## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No

PCT/DE2004/002706

## A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

IPC 7 F01D11/12 F01D25/24 F01D25/14 B22F5/04 B22F7/00  
C22C1/08 F16L59/14

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

## B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

IPC 7 F01D B22F C22C F16L

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practical, search terms used)

EPO-Internal, PAJ

## C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category *	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	PATENT ABSTRACTS OF JAPAN vol. 009, no. 003 (M-349), 9 January 1985 (1985-01-09) & JP 59 153902 A (HITACHI SEISAKUSHO KK), 1 September 1984 (1984-09-01) abstract; figures 3a,3b -----	1
X	DE 100 24 302 A1 (ALSTOM POWER N.V., AMSTERDAM) 22 November 2001 (2001-11-22)	1-7
Y	paragraph '0044!; figures 4-8 -----	8-11
P,X	US 2004/141837 A1 (MCMILLAN ALISON J ET AL) 22 July 2004 (2004-07-22) paragraph '0032! - paragraph '0033!; figure 2 ----- -/--	1-6

☒ Further documents are listed in the continuation of box C.☒ Patent family members are listed in annex.

## \* Special categories of cited documents :

- \*A\* document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance
- \*E\* earlier document but published on or after the international filing date
- \*L\* document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)
- \*O\* document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means
- \*P\* document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

- \*T\* later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
- \*X\* document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
- \*Y\* document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art.
- \* & \* document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

4 March 2005

Date of mailing of the international search report

11/03/2005

Name and mailing address of the ISA

European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2  
NL - 2280 HV Rijswijk  
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,  
Fax: (+31-70) 340-3016

Authorized officer

Raspo, F

## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No  
PCT/DE2004/002706

## C.(Continuation) DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category *	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	WO 03/054360 A (ALSTOM LTD; NAIK, SHAIENDRA; RATHMANN, ULRICH) 3 July 2003 (2003-07-03) page 9, paragraph 3 -----	1-3,5-7
X	US 6 652 222 B1 (WOJTYCZKA CZESLAW ET AL) 25 November 2003 (2003-11-25) column 4, line 30; figure 2 -----	1-4
X	US 4 377 370 A (PORCELLI ET AL) 22 March 1983 (1983-03-22) column 2, line 41; figures 1,4 -----	1-4
X	EP 1 344 895 A (ROLLS-ROYCE PLC) 17 September 2003 (2003-09-17) paragraph '0037! -----	1-3
P,X	EP 1 391 597 A (SENER, INGENIERIA Y SISTEMAS, S.A) 25 February 2004 (2004-02-25) paragraph '0028!; figure 8 -----	1-4
X	EP 1 013 890 A (ROLLS-ROYCE DEUTSCHLAND LTD & CO KG) 28 June 2000 (2000-06-28) paragraph '0009! -----	1-3,5,6
X	US 2003/107181 A1 (WIEGHARDT KAI) 12 June 2003 (2003-06-12) paragraph '0010!; figures -----	1-3,5,6
X	US 3 053 694 A (DAUNT JOHN E ET AL) 11 September 1962 (1962-09-11) column 3, line 28 -----	1-3,5,6
X	US 3 126 149 A (BOWERS GRADY W; LE VAR JENSEN C; HARRIS WILLIAM A; USA SECR AIR FORCE) 24 March 1964 (1964-03-24) column 2, line 38 -----	1-3,5,6
X	GB 793 886 A (SOLAR AIRCRAFT COMPANY) 23 April 1958 (1958-04-23) page 4, line 54; figures 7,8 -----	1-3,5,6
X	US 2003/118762 A1 (BROWN DANIEL V ET AL) 26 June 2003 (2003-06-26) paragraph '0031!; figures -----	1,8
X	EP 1 186 748 A (SIEMENS AKTIENGESELLSCHAFT) 13 March 2002 (2002-03-13) paragraph '0028! paragraph '0035!; figure 4 -----	1,8
	-/--	

## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No

PCT/DE2004/002706

## C.(Continuation) DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category °	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	US 3 460 759 A (JOHN W. GREGORY ET AL) 12 August 1969 (1969-08-12) column 4, line 23 - line 25; figures -----	8-11
A	GB 1 242 864 A (DUNLOP HOLDINGS LTD) 18 August 1971 (1971-08-18) page 2, line 48 - line 55; figure 2 -----	8

# INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International Application No

PCT/DE2004/002706

Patent document cited in search report		Publication date	Patent family member(s)	Publication date
JP 59153902	A	01-09-1984	NONE	
DE 10024302	A1	22-11-2001	EP 1155760 A1 US 2001042607 A1	21-11-2001 22-11-2001
US 2004141837	A1	22-07-2004	GB 2397343 A	21-07-2004
WO 03054360	A	03-07-2003	AU 2002366846 A1 WO 03054360 A1 EP 1456508 A1 US 2004258517 A1	09-07-2003 03-07-2003 15-09-2004 23-12-2004
US 6652222	B1	25-11-2003	WO 2004022927 A1	18-03-2004
US 4377370	A	22-03-1983	FR 2467977 A1 DE 3069941 D1 EP 0027756 A1	30-04-1981 21-02-1985 29-04-1981
EP 1344895	A	17-09-2003	EP 1344895 A2 US 2004022625 A1	17-09-2003 05-02-2004
EP 1391597	A	25-02-2004	CA 2437155 A1 EP 1391597 A2 US 2004076512 A1	14-02-2004 25-02-2004 22-04-2004
EP 1013890	A	28-06-2000	DE 19858031 A1 AT 259027 T DE 59908461 D1 EP 1013890 A2	21-06-2000 15-02-2004 11-03-2004 28-06-2000
US 2003107181	A1	12-06-2003	EP 1152124 A1 CN 1427921 A WO 0183951 A1 EP 1278944 A1 JP 2003532014 T	07-11-2001 02-07-2003 08-11-2001 29-01-2003 28-10-2003
US 3053694	A	11-09-1962	NONE	
US 3126149	A	24-03-1964	NONE	
GB 793886	A	23-04-1958	CH 346408 A DE 1043733 B FR 1145388 A BE 544633 A	15-05-1960 13-11-1958 25-10-1957
US 2003118762	A1	26-06-2003	AU 2002358307 A1 EP 1456510 A1 WO 03056149 A1	15-07-2003 15-09-2004 10-07-2003
EP 1186748	A	13-03-2002	EP 1186748 A1 CN 1449470 A WO 0220948 A1 EP 1322838 A1 JP 2004508478 T US 2003185685 A1	13-03-2002 15-10-2003 14-03-2002 02-07-2003 18-03-2004 02-10-2003
US 3460759	A	12-08-1969	NONE	

# INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International Application No

PCT/DE2004/002706

Patent document cited in search report		Publication date		Patent family member(s)		Publication date
GB 1242864	A	18-08-1971	DE	1924734 A1		27-11-1969
			FR	2008567 A5		23-01-1970
<hr/>						

## A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES

IPK 7 F01D11/12 F01D25/24 F01D25/14 B22F5/04 B22F7/00  
C22C1/08 F16L59/14

Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPK) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPK

## B. RECHERCHIERTE GEBIETE

Recherchierter Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole)

IPK 7 F01D B22F C22C F16L

Recherchierte aber nicht zum Mindestprüfstoff gehörende Veröffentlichungen, soweit diese unter die recherchierten Gebiete fallen

Während der internationalen Recherche konsultierte elektronische Datenbank (Name der Datenbank und evtl. verwendete Suchbegriffe)

EPO-Internal, PAJ

## C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie°	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
X	PATENT ABSTRACTS OF JAPAN Bd. 009, Nr. 003 (M-349), 9. Januar 1985 (1985-01-09) & JP 59 153902 A (HITACHI SEISAKUSHO KK), 1. September 1984 (1984-09-01) Zusammenfassung; Abbildungen 3a,3b -----	1
X	DE 100 24 302 A1 (ALSTOM POWER N.V., AMSTERDAM) 22. November 2001 (2001-11-22)	1-7
Y	Absatz '0044!; Abbildungen 4-8 -----	8-11
P,X	US 2004/141837 A1 (MCMILLAN ALISON J ET AL) 22. Juli 2004 (2004-07-22) Absatz '0032! - Absatz '0033!; Abbildung 2 ----- -/-	1-6

☒ Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen

☒ Siehe Anhang Patentfamilie

° Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen :

\*A\* Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, aber nicht als besonders bedeutsam anzusehen ist

\*E\* älteres Dokument, das jedoch erst am oder nach dem internationalen Anmeldedatum veröffentlicht worden ist

\*L\* Veröffentlichung, die geeignet ist, einen Prioritätsanspruch zweifelhaft erscheinen zu lassen, oder durch die das Veröffentlichungsdatum einer anderen im Recherchenbericht genannten Veröffentlichung belegt werden soll oder die aus einem anderen besonderen Grund angegeben ist (wie ausgeführt)

\*O\* Veröffentlichung, die sich auf eine mündliche Offenbarung, eine Benutzung, eine Ausstellung oder andere Maßnahmen bezieht

\*P\* Veröffentlichung, die vor dem internationalen Anmeldedatum, aber nach dem beanspruchten Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist

\*T\* Spätere Veröffentlichung, die nach dem internationalen Anmeldedatum oder dem Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist und mit der Anmeldung nicht kollidiert, sondern nur zum Verständnis des der Erfindung zugrundeliegenden Prinzips oder der ihr zugrundeliegenden Theorie angegeben ist

\*X\* Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann allein aufgrund dieser Veröffentlichung nicht als neu oder auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden

\*Y\* Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann nicht als auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren anderen Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann naheliegend ist

\*G\* Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist

Datum des Abschlusses der internationalen Recherche

4. März 2005

Absendedatum des internationalen Recherchenberichts

11/03/2005

Name und Postanschrift der Internationalen Recherchenbehörde  
Europäisches Patentamt, P.B. 5818 Patentlaan 2  
NL - 2280 HV Rijswijk  
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,  
Fax: (+31-70) 340-3016

Bevollmächtigter Bediensteter

Raspo, F

## C.(Fortsetzung) ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
X	WO 03/054360 A (ALSTOM LTD; NAIK, SHAIENDRA; RATHMANN, ULRICH) 3. Juli 2003 (2003-07-03) Seite 9, Absatz 3 -----	1-3,5-7
X	US 6 652 222 B1 (WOJTYCZKA CZESLAW ET AL) 25. November 2003 (2003-11-25) Spalte 4, Zeile 30; Abbildung 2 -----	1-4
X	US 4 377 370 A (PORCELLI ET AL) 22. März 1983 (1983-03-22) Spalte 2, Zeile 41; Abbildungen 1,4 -----	1-4
X	EP 1 344 895 A (ROLLS-ROYCE PLC) 17. September 2003 (2003-09-17) Absatz '0037! -----	1-3
P,X	EP 1 391 597 A (SENER, INGENIERIA Y SISTEMAS, S.A) 25. Februar 2004 (2004-02-25) Absatz '0028!; Abbildung 8 -----	1-4
X	EP 1 013 890 A (ROLLS-ROYCE DEUTSCHLAND LTD & CO KG) 28. Juni 2000 (2000-06-28) Absatz '0009! -----	1-3,5,6
X	US 2003/107181 A1 (WIEGHARDT KAI) 12. Juni 2003 (2003-06-12) Absatz '0010!; Abbildungen -----	1-3,5,6
X	US 3 053 694 A (DAUNT JOHN E ET AL) 11. September 1962 (1962-09-11) Spalte 3, Zeile 28 -----	1-3,5,6
X	US 3 126 149 A (BOWERS GRADY W; LE VAR JENSEN C; HARRIS WILLIAM A; USA SECR AIR FORCE) 24. März 1964 (1964-03-24) Spalte 2, Zeile 38 -----	1-3,5,6
X	GB 793 886 A (SOLAR AIRCRAFT COMPANY) 23. April 1958 (1958-04-23) Seite 4, Zeile 54; Abbildungen 7,8 -----	1-3,5,6
X	US 2003/118762 A1 (BROWN DANIEL V ET AL) 26. Juni 2003 (2003-06-26) Absatz '0031!; Abbildungen -----	1,8
X	EP 1 186 748 A (SIEMENS AKTIENGESELLSCHAFT) 13. März 2002 (2002-03-13) Absatz '0028! Absatz '0035!; Abbildung 4 -----	1,8
	----- -/--	

## C.(Fortsetzung) ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie°	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
Y	US 3 460 759 A (JOHN W. GREGORY ET AL) 12. August 1969 (1969-08-12) Spalte 4, Zeile 23 - Zeile 25; Abbildungen -----	8-11
A	GB 1 242 864 A (DUNLOP HOLDINGS LTD) 18. August 1971 (1971-08-18) Seite 2, Zeile 48 - Zeile 55; Abbildung 2 -----	8

# INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen

PCT/DE2004/002706

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
JP 59153902 A	01-09-1984	KEINE	
DE 10024302 A1	22-11-2001	EP 1155760 A1	21-11-2001
		US 2001042607 A1	22-11-2001
US 2004141837 A1	22-07-2004	GB 2397343 A	21-07-2004
WO 03054360 A	03-07-2003	AU 2002366846 A1	09-07-2003
		WO 03054360 A1	03-07-2003
		EP 1456508 A1	15-09-2004
		US 2004258517 A1	23-12-2004
US 6652222 B1	25-11-2003	WO 2004022927 A1	18-03-2004
US 4377370 A	22-03-1983	FR 2467977 A1	30-04-1981
		DE 3069941 D1	21-02-1985
		EP 0027756 A1	29-04-1981
EP 1344895 A	17-09-2003	EP 1344895 A2	17-09-2003
		US 2004022625 A1	05-02-2004
EP 1391597 A	25-02-2004	CA 2437155 A1	14-02-2004
		EP 1391597 A2	25-02-2004
		US 2004076512 A1	22-04-2004
EP 1013890 A	28-06-2000	DE 19858031 A1	21-06-2000
		AT 259027 T	15-02-2004
		DE 59908461 D1	11-03-2004
		EP 1013890 A2	28-06-2000
US 2003107181 A1	12-06-2003	EP 1152124 A1	07-11-2001
		CN 1427921 A	02-07-2003
		WO 0183951 A1	08-11-2001
		EP 1278944 A1	29-01-2003
		JP 2003532014 T	28-10-2003
US 3053694 A	11-09-1962	KEINE	
US 3126149 A	24-03-1964	KEINE	
GB 793886 A	23-04-1958	CH 346408 A	15-05-1960
		DE 1043733 B	13-11-1958
		FR 1145388 A	25-10-1957
		BE 544633 A	
US 2003118762 A1	26-06-2003	AU 2002358307 A1	15-07-2003
		EP 1456510 A1	15-09-2004
		WO 03056149 A1	10-07-2003
EP 1186748 A	13-03-2002	EP 1186748 A1	13-03-2002
		CN 1449470 A	15-10-2003
		WO 0220948 A1	14-03-2002
		EP 1322838 A1	02-07-2003
		JP 2004508478 T	18-03-2004
		US 2003185685 A1	02-10-2003
US 3460759 A	12-08-1969	KEINE	

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen

PCT/DE2004/002706

Im Recherchenbericht  
angeführtes Patentdokument

Datum der  
Veröffentlichung

Mitglied(er) der Patentfamilie

Datum der  
Veröffentlichung

GB 1242864

A

18-08-1971

DE  
FR

1924734 A1  
2008567 A5

27-11-1969  
23-01-1970